material ohne mathematische Hilfsmittel kein Einblick in die verwickelten Zusammenhänge zu gewinnen ist.

Ein endgültiges Ergebnis ist erst zu erwarten, wenn die Versuche über so lange Zeiträume erstreckt werden, daß alle zufälligen Einflüsse mit Sicherheit durch Mittelbildung ausgeglichen werden können.

Schrifttum.

1. Reinau, E., Praktische Kohlensäuredüngung in Gärtnerei und Landwirtschaft. Springer, Berlin 1927.
2. Lundegårdh, H., Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Fischer, Jena 1924.
3. Schuftan, P., Über einen einfachen Apparat zur exakten Gasanalyse, insbesondere für die Bestimmung von Kohlensäure und Wasserdampf in geringer Konzentration. Die Chemische Fabrik **6**, 513, 1933.
4. Kreutz, W., Spezialinstrumente und Einrichtungen der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Reichsamts für Wetterdienst in Gießen und deren Verwendungszweck. Biokl. Beibl. H. 2, 1939.

Beiträge zur Kenntnis von mitteleuropäischen Nutzpflanzen.

Von

Constantin Regel, eh. o. ö. Professor an der Universität Kaunas.

Während meiner langjährigen Tätigkeit als Leiter des Botanischen Gartens an der Universität in Kaunas (Litauen) wandte ich ein besonderes Augenmerk auf den Anbau von Arznei- und anderen Nutzpflanzen. Auf einem besonderen, dem Garten anliegenden, mehrere Hektar großen Versuchsfeld, wurden Versuche mit dem Anbau von verschiedenen Arzneipflanzen gemacht, die dann weiter im Lande verbreitet wurden, ferner auch mit technischen und sonstigen Nutzpflanzen.

Gleichzeitig wandte ich meine Aufmerksamkeit auch auf das Studium der betreffenden Literatur, insbesonders in russischer Sprache, die ja in der Sowjetunion sehr reichhaltig ist.

Ich will in Vorliegendem eine Übersicht über einige Nutzpflanzen geben, die für Mitteleuropa Interesse haben könnten und mich hierbei der Angaben in der Literatur sowie meiner eigenen Erfahrungen bedienen.

I.

Über Guttapercha-haltige Pflanzen in Mitteleuropa.

Bis jetzt wurde Guttapercha aus dem Milchsafte einiger Sapotaceen (*Palaquium*-Arten) gewonnen. Ferner werden als Guttaperchaenthaltend einige Euphorbiaceen und Asclepiadaceen angesehen.

Das wichtigste Produktionsgebiet war bis jetzt Holländisch-Indien. — Einheimische Pflanzen, die Guttapercha liefern konnten, waren in Mitteleuropa unbekannt. Doch haben die systematischen Forschungen der letzten Jahre gezeigt, daß es auch in Mitteleuropa Pflanzen gibt, die diesen für die Industrie wichtigen Rohstoff liefern können. Allerdings beziehen sich diese Forschungen auf die UdSSR, die in der systematischen Erforschung der einheimischen Pflanzenwelt auf verwertbare Rohstoffe hin beachtliche Erfolge erzielt hat. Man braucht ja nur die zahlreichen Publikationen in russischen Zeitschriften, wie z. B. in der „Sowjetbotanik" zu verfolgen, oder das im Erscheinen begriffene Sammelwerk „Materiae Rudes Plantarum". Auch ist am Botanischen Institut der Akademie der Wissenschaften eine Sektion für pflanzliche Rohstoffe geschaffen worden (Iljin 1939).

Die Gründe, warum in der UdSSR die Erforschung der einheimischen Pflanzenwelt auf Rohstoffe große Fortschritte macht, sind folgende: die Größe des Landes, die Verschiedenheit der klimatischen und edaphischen Bedingungen, die größere Ursprünglichkeit der Pflanzendecke — alles dies sind die Ursachen dafür, daß hier der Anreiz zur systematischen Durchforschung intensiver und die gewonnenen Resultate vielleicht in mancher Hinsicht interessanter sind, als dort, wo jeder Winkel untersucht und alle Pflanzen mehr oder weniger gut bekannt sind.

Daß man hier aber noch manches tun kann, daß die Kenntnis der einheimischen Pflanzenwelt noch unvollständig ist, daß nicht bei allen Pflanzen die Wirkstoffe methodisch erforscht sind, das wird sich wohl jeder angewandte Botaniker sagen können.

Zu den Pflanzen, die in einem europäischen Wirtschaftsraum größeres Interesse beanspruchen können, gehört *Evonymus verrucosa* Scop., das in der UdSSR auf seinen Gehalt an Guttapercha untersucht wurde und als Guttapercha-Pflanze empfohlen wird. Ich berufe mich hier auf zwei Aufsätze von Bogomas (1934 und 1936) und auf einen von Czistiakov (1935), betone aber, daß die Literatur über die Frage bedeutend größer ist.

Evonymus verrucosa Scop. (Warzen-Spindelstrauch) ist ein sommergrüner, bis 2 Meter hoher Strauch, der vor allem in Laubwäldern und Gebüschen, seltener in Nadelwäldern vorkommt, und zwar auf feuchten bis trockenen, meist kalkreichen Böden. Der Strauch ist leicht an seinen dicht mit dunklen Korkwarzen besetzten Zweigen kenntlich, die anfangs grünlich sind, sowie an der vierkantigen rosenrot bis gelbroten Kapsel mit schwarzen, von einem scharlachroten Mantel teilweise umhüllten Samen. —

In Deutschland ist der Strauch nur im östlichen Teile verbreitet, vor allem in Ostpreußen, im früheren Posen, westlich bis Bromberg und Hohensalza, in Westpreußen westlich bis in die Kreise Tuchel, Karthaus, Flatow und Berent, im östlichen Schlesien, in der Ostmark westlich bis Salzburg, in Niederösterreich, Böhmen (bei Prag), bei Bielitz, in Mähren, in Unter-Steiermark, Kärnten, Krain, aber in der Schweiz völlig fehlend. Außerhalb Deutschland ist der Strauch nach meinen eigenen Beobachtungen in Litauen verbreitet und reicht bis nach Lettland hinein. Ferner wächst er in der UdSSR bis nahe an die Kama in 57° nördl. Breite, Kasan, Perm und die untere Wolga (Sarepta), südlich bis nach Istrien, Dalmatien, Bosnien, Serbien, Siebenbürgen und in der UdSSR bis nach Jekaterinoslaw. — Ich stütze mich hierbei auf die Angaben in Hegis Flora. Ich habe den Strauch sogar noch im Epirus gesehen.

Evonymus verrucosa ist, wie man sieht, eine osteuropäische Pflanze, die im östlichen Europa auf den verschiedensten Böden vorkommen kann, anspruchslos zu sein scheint und ziemlich weit ins Gebiet der Steppe hineindringt.

Außer *Evonymus verrucosa* ist Guttapercha auch noch in *Evonymus europaea* L. (Pfaffenkäppchen) enthalten, jedoch in viel geringerer Menge. Dies ist im Gegensatz zu *Evonymus verrucosa* ein in fast ganz Europa, Westsibirien, Kleinasien, Kaukasus, Turkestan verbreiteter, bis zu 6 Meter hoher Strauch oder kleiner Baum, der nur am Grunde der einjährigen Triebe Korkwarzen besitzt.

Welche Teile der Pflanze enthalten Guttapercha? Untersuchungen, die in der UdSSR bei Brjansk (früheres Gouvernement Orel) angestellt wurden, ergaben, daß dieser Stoff bei beiden *Evonymus*-Arten in den Rinden der Wurzeln enthalten ist, wobei ihr maximaler prozentueller Gehalt 23 %, im Mittel jedoch 16 %, beträgt. *Evonymus verrucosa* enthält bedeutend mehr Guttapercha als *Evonymus europaea*.

Das Vorkommen von Guttapercha ist je nach der Jahreszeit verschieden, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

	In Wasser lösliche Teile	In Alkohol lösliche Teile	Gutta	Summe
Mai	19,9	7,7	5,71	33,31
Juli	21,8	6,92	9,39	38,11
Oktober	7,7	7,5	15,2	30,4

Wie ersichtlich, fällt das Maximum des Gehaltes an Guttapercha (Gutta und Harze) in den Oktober, also in den Schluß der Vegetationsperiode. —

Außerdem kommt Guttapercha auch, wenn auch in bedeutend geringerer Menge, in der Rinde der Stämmchen vor, wie aus folgendem Vergleich ersichtlich ist:

	In Wasser lösliche Teile	In Alkohol lösliche Teile	Gutta	Summe
Rinde der Wurzel . .	21,8	6,92	6,39	35,11
Rinde der Stämmchen	6,88	6,3	0,67	13,85
Holz der Wurzel . . .	Spuren	Spuren	—	—
Holz des Stammes . .	Spuren	Spuren	—	—
Blätter	nicht bekannt	27,7	Spuren	27,7

Wie ersichtlich, ist der Gehalt an Guttapercha in den Stämmchen bedeutend geringer als in der Rinde der Wurzeln, es wurde jedoch auch ein Gehalt an Gutta bis 4,36 % festgestellt. Das Holz enthält überhaupt kein Gutta.

Diese bedeutenden Schwankungen im Gehalt an Gutta in der Rinde der Wurzeln und der Stämmchen hat seine Ursache nicht nur in den saisonmäßigen Schwankungen, wie gezeigt, sondern wohl auch im Alter der Pflanze und in den Standortsfaktoren. So scheint der Wassergehalt des Bodens eine Rolle zu spielen und die Intensität des Fruchtens. So enthalten erwachsene Exemplare von *Evonymus verrucosa* mehr Gutta und Guttapercha als junge, nicht nur absolut, da ja das Wurzelsystem der alten Pflanzen größer ist als das der jungen, sondern auch relativ. Auch Pflanzen, die in dichtem Laubwald aufgewachsen sind, enthalten mehr Guttapercha als solche, die von freien Stellen stammen. Außerdem scheinen die dicken und mitteldicken Wurzeln von *Evonymus verrucosa* mehr Gutta-

percha zu enthalten als die dünnen, während beim *Evonymus europaea* dieser Unterschied nicht vorhanden zu sein scheint.

Wie erwähnt, enthält *Evonymus verrucosa* bedeutend mehr Guttapercha als *Evonymus europaea*. Dies ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

	In Wasser lösliche Teile	In Alkohol lösliche Teile	Gutta	Summe
Evonymus verrucosus .	29,17	5,15	13,33	47,65
Evonymus europaeus (rotfrüchtig)	14,37	5,08	4,22	23,67
Evonymus europaeus (rosa Früchte) . . .	16,58	5,12	4,84	36,54

Der Gehalt an Guttapercha bei *Evonymus europaea* ist also bedeutend niedriger als bei *Evonymus verrucosa*, bei den verschiedenen Varietäten scheint er aber gleich zu sein.

Wieviel Guttapercha kann man von einem Strauch *Evonymus verrucosa* gewinnen? — Und wieviel würde der Ertrag auf einem Hektar betragen? Darauf geben uns einige Berechnungen Auskunft, die Bogomas in westlichen Teilen der Sowjetunion angestellt hat. Sie ergaben, daß im lufttrockenen Zustande das Wurzelsystem der Pflanze im Mittel 1045 Gramm und die oberirdischen Teile 835 Gramm wiegen; auf die Rinde der Wurzeln entfallen 21 % des Gesamtgewichtes der Wurzeln, von denen im Mittel 16 %, also ca. 35 Gramm auf die Guttapercha entfallen.

Im *Quercetum tiliosum*, also im Linden-reichen Eichenwald, wurden bis 1600 Exemplare von *Evonymus verrucosa* gezählt, deren Höhe im Mittel 0,6 Meter betrug, im *Pinetum oxalidosum*, also im Sauerklee-reichen Kiefernwald, wurden nur 70 Exemplare von 1 Meter Höhe gezählt; die Menge wechselt also sehr, je nach dem Boden: auf reicheren Böden ist die Anzahl größer als auf ärmeren.

Auf einem Hektar kann man folglich bis zu 560 kg Guttapercha erhalten. Für die ganze westliche Sowjetunion würde bei der Annahme, daß auf einem Hektar Nadelwald 80, Edellaubwald 1500 und Laubwald (Birke usw.) 125 Exemplare *Evonymus verrucosa* wachsen, die Gesamtzahl von *Evonymus verrucosa* auf 310215000 Exemplare geschätzt, die Gesamtmenge von Guttapercha von der Rinde der Wurzeln und der Stämmchen würde dann 11982,1 Tonnen betragen. Aus den bis jetzt gänzlich wertlosen *Evonymus*-Arten ist jetzt,

so sagt Bogomas am Ende seines Artikels, ein wertvoller Strauch geworden, dank dem es gelungen ist, den Import von Guttapercha in die UdSSR zu unterbinden. Jedoch ist die Pflanze bis jetzt noch nicht genügend untersucht worden.

Allerdings werden die Angaben und Berechnungen von Bogomas neuerdings in einem Aufsatz von Nesterczouk (1939) stark angezweifelt. Die Anzahl der auf dem Territorium der UdSSR wachsenden *Evonymus verrucosa* sei viel geringer, als die von Bogomas angegebene, denn letzterer habe die Wälder, in denen der Strauch vollkommen fehle, nicht in Betracht gezogen. Anderseits sei die Berechung des Guttapercha-Gehaltes in den Wurzeln der *Evonymus*-Sträucher nicht ohne Fehler und an einer zu geringen Anzahl von Sträuchern durchgeführt worden. Auch die Art der Analyse spiele hierbei eine Rolle: ergeben doch die Analysen bei Extraktion der Guttapercha mittels Äthyl-Spiritus, mittels Benzol und mittels Petrol-Äther verschiedene Resultate.

Klar sei aber, wie aus folgender Tabelle ersichtlich, das Steigen des Guttapercha-Gehaltes von Westen nach Osten und Nordosten hin.

Gegend	Gutta-Gehalt in % des Gewichtes der lufttrockenen Wurzelrinde			
	Zahl der Analysen	Maximum	Minimum	Mittel
Ukraine	25	15,4	7,4	11
Zentral-Schwarzerde-Gebiet	4	15,3	11,2	13,0
Mittlere Wolga . . .	17	21,1	12,0	15,0

Zu groß sei auch bei Bogomas die Anzahl der Sträucher pro Hektar angenommen worden, wodurch sich auch die zu große Gesamtschätzung der *Evonymus verrucosa*-Bestände bei Bogomas erklären lasse.

Wie groß die Bestände von *Evonymus verrucosa* in Mittel- und Südosteuropa sind, ist noch unbekannt; ich denke, sie werden nicht viel geringer sein als im westlichen Teil der UdSSR. Außerdem wäre die Möglichkeit vorhanden, den Strauch in Plantagen anzupflanzen und eventuell auch Rassen zu züchten, die einen größeren prozentualen Gehalt an Guttapercha aufweisen. Wichtig wäre es auch festzustellen, ob die Guttapercha der *Evonymus*-Arten einen vollwertigen Ersatz für die aus den Tropen stammende, bietet.

In Litauen, wo *Evonymus verrucosa* in den Wäldern weit verbreitet ist, bestand bei der geringen industriellen Entwicklung des Landes, noch kein Interesse für Guttapercha. Doch begann ich mich für die Frage der Gewinnung dieses Rohstoffes zu interessieren und wurde mit der Anlage einer Anpflanzung in einem beim Botanischen Garten gelegenen Wäldchen begonnen. Eine in einem chemischen Laboratorium durchgeführte Analyse ergab jedoch negative Resultate, ich vermute, es wurde fälschlicherweise die ganze Wurzel und nicht die Wurzelrinde allein auf ihren Gehalt an Guttapercha hin analysiert.

Ob die Versuche nach meinem Wegzug im Sommer 1940 weitergeführt wurden, entzieht sich meiner Kenntnis.

Erwähnte Literatur.

Bogomas, V. A., Sur la question des plantes guttaperchafères de l'URSS. Sovietskaja Botanika 1934, Nr. 5. Russisch.

—, Investigations des fusains de la province Ouest pour leur teneur en gutta et autres substances. Sovietskaja Botanika 1936, Nr. 6. Russisch.

Czistiakov, A. R., Particularités biologiques d'*Evonymus verrucosa* Scop., Sovietskaja Botanika 1935, Nr. 4. Russisch.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band V—1.

Iljin, M., Les buts et l'orientation des traveaux de la section des matières premières végétales de l'Institut de l'Académie des Sciences de l'URSS. Sovietskaja Botanika 1939, Nr. 5. Russisch.

Nesterczouk, G. I., Sur les réserves évaluées d'*Evonymus verrucosa* dans les regions de l'URSS. Sov. Botanika 1931, Nr. 3. Russisch.

Das Schrifttum über *Evonymus verrucosa* als Guttapercha liefernde Pflanze ist in russischer Sprache sehr umfangreich, ich habe hier nur die Arbeiten erwähnt, die ich unmittelbar benutzt habe.